

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Autorenverzeichnis	VII
Formelverzeichnis	XVII
1 Einführung in die Nutzfahrzeugtechnik	1
1.1 Transportaufgabe	1
1.2 Die Entwicklung des Nutzfahrzeugs	3
1.2.1 Variationen des Dieselmotors	6
1.2.2 Entwicklung der Fahrleistungen	9
1.2.3 Entwicklung der Antriebstechnik	11
1.2.4 Gesetzliche Vorgaben und Innovationen	12
1.3 Rechtliche Grundlagen, Vorschriften, Normen	12
1.3.1 Rechtliche Grundlagen	12
1.3.2 Nationale Normen, Vorschriften und Richtlinien	14
1.3.3 Internationale Richtlinien	16
1.3.4 Fahrzeugbenennungen	19
1.3.5 Allgemeine Abmessungen	19
1.4 Lastkraftwagenangebot	21
1.4.1 Typenbezeichnung von Lastkraftwagenfahrgestellen	22
1.4.2 Motoranordnungen	23
1.4.3 Lastkraftwagenangebot nach Gewichtsklassen	24
1.5 Entwicklungsschwerpunkte und künftige Konzepte	27
Literaturverzeichnis	33
2 Fahrmechanik	35
2.1 Kraftbedarf eines Nutzfahrzeugs	35
2.1.1 Beschleunigungswiderstand	37
2.1.2 Steigungswiderstand	41
2.1.3 Rollwiderstand – Reifen	42
2.1.4 Luftwiderstand – Aerodynamik des Nutzfahrzeugs	48
2.1.4.1 Historie	48
2.1.4.2 Luftwiderstand	49
2.1.4.3 Zielgruppe	53
2.1.4.4 Gesetzliche Rahmenbedingungen	55
2.1.4.5 Einfluss der Aerodynamik auf den Kraftstoffverbrauch	55
2.1.4.6 Prozesse und Methoden der Aerodynamikentwicklung	56
2.1.4.7 Bereiche der Aerodynamikoptimierung am Nutzfahrzeug	63

2.1.4.8	Motorkühlung	76
2.1.4.9	Innenraumklimatisierung	80
2.1.4.10	Aeroakustik	81
2.1.4.11	Seitenscheiben- und Eigenverschmutzung	83
2.1.4.12	Berücksichtigung von aerodynamischen Lastfällen bei der Festigkeitsauslegung von Komponenten	85
2.1.4.13	Funktionsaerodynamik	86
2.2	Leistungsbedarf	88
2.3	Fahrgrenzen	89
2.3.1	Achslasten	90
2.3.2	Freie Zugkraft	96
2.3.3	Bremsdynamik	98
2.3.4	Allradantrieb	101
	Literaturverzeichnis	104
3	Konzeption von Nutzfahrzeugen	105
3.1	Zulässige Abmessungen und Gewichte	105
3.1.1	Höchstzulässige Abmessungen	105
3.1.2	Höchstzulässige Achslasten	107
3.1.3	Höchstzulässige Gesamtgewichte	108
3.1.4	Anhänge- und Stützlasten	109
3.2	Fahrzeug- und Aufbaukonzept	110
3.2.1	Fahrzeugkonzept	111
3.2.1.1	Konzeptvarianten	111
3.2.1.2	Einsatzspezifische Anforderungen	115
3.2.2	Aufbaukonzept	119
3.2.2.1	Transportgut	119
3.2.2.2	Aufbauvarianten	122
3.2.2.3	Be- und Entladehilfen	126
3.2.3	Wechselaufbauten und Container	129
3.2.4	Gewichtskonzept	131
3.2.5	Maßkonzept	136
3.2.5.1	Hauptabmessungen und Teillängen	136
3.2.5.2	Beladeplan	139
3.2.5.3	Untersuchung der Durchlenkung zwischen Motorwagen und Anhänger	141
3.3	Achslasten, Aufbauhöhe und Nutzlastverteilung	144
3.3.1	Achslastberechnung	144
3.3.2	Aufbauhöhe und Nutzlastverteilung	148
3.4	Kurvenläufigkeit von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen	151
3.4.1	Schlepplenkung	151
3.4.2	Zwangslenkung	154
3.4.3	Verfahren zur Untersuchung der Kurvenläufigkeit	156
	Literaturverzeichnis	162

4	Lastkraftwagen- und Anhängerfahrgestell	163
4.1	Lastkraftwagenfahrgestell	163
4.1.1	Datenblatt und Fahrgestellzeichnung	163
4.1.2	Fahrgestellstruktur	166
4.1.3	Fahrgestellrahmen	167
4.1.4	Fahrwerk	169
4.1.4.1	Achsen	169
4.1.4.2	Federung und Achsführung	173
4.1.4.3	Wankbegrenzung und Schwingungsdämpfung	180
4.1.5	Fahrerhaus	181
4.2	Anhängerfahrgestell	184
4.2.1	Fahrgestellrahmen	184
4.2.2	Fahrwerk	186
4.2.2.1	Achsen	187
4.2.2.2	Federung	194
4.2.2.3	Lenkung	203
4.3	Reifen und Räder	209
4.3.1	Reifen	209
4.3.2	Räder	212
4.4	Bremsen	215
4.4.1	Bremsvorgang und Bremswirkung	216
4.4.2	Gesetzliche Rahmenbedingungen	217
4.4.3	Radbremsen	219
4.4.3.1	Trommelbremsen	220
4.4.3.2	Scheibenbremsen	222
4.4.4	Zweileitungs-Zweikreis-Druckluft-Bremsanlage	223
4.4.5	Dauerbremsen	225
4.5	Verbindungseinrichtungen	228
4.5.1	D-Wert-Berechnung	228
4.5.2	Zuggabeln	229
4.5.3	Starre Zugeinrichtungen	230
4.5.4	Kurzkuppelsysteme	233
4.5.5	Anhängekupplungen	234
4.5.6	Sattelkupplungen	235
4.6	Aktive und passive Sicherheit	238
	Literaturverzeichnis	242
5	Nutzfahrzeugtragwerke und deren Aufbauten	243
5.1	Werkstoffe und Halbzeuge	243
5.1.1	Eisenwerkstoffe	243
5.1.2	Aluminium-Knetlegierungen	249
5.1.3	Holz	252
5.1.4	Kunststoffe	254
5.1.5	Sandwichwerkstoffe	255
5.2	Gestaltung der Tragwerke	257
5.2.1	Tragsystem Fahrgestellrahmen	257
5.2.2	Gestaltung von Lkw-Fahrgestellrahmen	261
5.2.3	Gestaltung von Anhänger-Fahrgestellrahmen	263

5.3	Bemessung der Tragwerke	265
5.3.1	Belastungsfälle	266
5.3.2	Schnittgrößen	267
5.3.3	Q- und M-Linien am Balkenmodell	268
5.3.4	Fachwerke	271
5.3.5	Festigkeitsnachweis	273
5.3.5.1	Beanspruchungsarten und Bauteilnennspannung	273
5.3.5.2	Gestaltfestigkeit und Bauteilsicherheit	275
5.3.6	Elastische Biegeverformungen in Nutzfahrzeugtragwerken	279
5.4	Aufbauten	281
5.4.1	Aufbaurichtlinien und Aufbaugenehmigung	281
5.4.2	Hilfsrahmen und Aufbaubefestigung	282
5.4.3	Aufbauten ohne Hilfsrahmen	286
5.4.4	Hilfsrahmengestaltung	288
5.4.5	Böden von Pritschen- und Kofferaufbauten	291
5.4.6	Kofferaufbauten	295
5.5	Ladungssicherung	300
5.6	Korrosionsschutz	302
	Literaturverzeichnis	305
6	Motor	307
6.1	Lastenheftanforderungen für Nutzfahrzeugmotoren	308
6.1.1	Grundsatzüberlegungen	308
6.1.2	Auslegungskriterien	309
6.2	Thermodynamische Grundlagen des dieselmotorischen Arbeitsprozesses	311
6.2.1	Dieselmotor-Kreisprozess	312
6.2.2	Realprozess	314
6.3	Einspritzung, Gemischbildung und Verbrennung	315
6.3.1	Einspritzsysteme für Nutzfahrzeugmotoren	315
6.3.1.1	Reiheneinspritzpumpe (RE)	317
6.3.1.2	Verteilereinspritzpumpe (VE)	319
6.3.1.3	Pumpe-Düse-Einheit (PD)	321
6.3.1.4	Pumpe-Leitung-Düse (PLD)	323
6.3.1.5	Common-Rail (CRS)	324
6.3.2	Gemischbildungsverfahren	326
6.3.3	Verbrennung im Dieselmotor	330
6.4	Abgasschadstoffe	334
6.4.1	NO _x , Partikel-, CO- und HC-Emissionen im Dieselmotor	334
6.4.1.1	Verbrennungsprodukte	334
6.4.1.2	Emissionen und Immissionen	336
6.4.1.3	Trade-Off zwischen Kraftstoffverbrauch und Emissionen	337
6.4.3	Vorschriften zur Emissionsbegrenzung von Nutzfahrzeugmotoren	339
6.4.3.1	13-Stufen-Test ESC (EURO-3, -4, -5)	340
6.4.3.2	ETC-Prüfzyklus (EURO-3, -4, -5)	341
6.4.3.3	ELR-Prüfzyklus (EURO-3, -4, -5)	343
6.4.3.4	Entwicklung der Emissionsgrenzwerte und Ausblick	344

6.5	Abgasreinigung beim Nutzfahrzeug-Dieselmotor	347
6.5.1	Interne, motorische Maßnahmen	347
6.5.2	Abgasnachbehandlungssysteme für Nutzfahrzeugmotoren	351
6.5.2.1	Gekühlte Abgasrückführung	352
6.5.2.2	Oxidationskatalysator und SCR-Technik	353
6.5.2.3	Partikelfilter-Systeme	358
6.5.2.4	Systemkombination	363
6.5.3	Zukünftige Brennverfahren für Nutzfahrzeugmotoren	364
6.6	Aufladung	364
6.6.1	Aufladeverfahren	365
6.6.2	Abgasturbolader (ATL)	366
6.6.3	Ladeluftkühlung	368
6.6.4	Variationen der Abgasturbolader-Anpassung an den Motor	369
6.6.5	Zukünftige Entwicklungen	372
6.7	Motorkonstruktion	373
6.7.1	Zylinderkurbelgehäuse	373
6.7.1.1	Zylinderkurbelgehäuse-Bauarten	374
6.7.1.2	Zylinderlaufflächen und Zylinderbuchsen	375
6.7.1.3	Verbindung Zylinderkurbelgehäuse/Zylinderkopf	376
6.7.2	Zylinderkopf und Zylinderkopf-Dichtung	377
6.7.3	Kurbeltrieb	379
6.7.3.1	Kurbelwelle	379
6.7.3.2	Kolben	381
6.7.3.3	Pleuel und Lager	383
6.7.4	Steuerung und Ventiltrieb	384
6.7.4.1	Nockenwelle	384
6.7.4.2	Antrieb	385
6.7.4.3	Ventil/Ventilfeder	386
6.7.5	Anordnung der Hilfsaggregate und deren Antrieb	387
6.8	Öl- und Kühlkreislauf	389
6.8.1	Ölkreislauf	389
6.8.1.1	Ölpumpe und Ölfilter	390
6.8.1.2	Ölkühler	392
6.8.2	Kühlarten	393
6.8.2.1	Luftkühlung	393
6.8.2.2	Wasserkühlung	393
6.8.2.3	Komponenten des Kühlkreislaufs	394
6.9	Luftversorgung, Ladeluft- und Abgasführung	396
6.9.1	Ladeluftkühler	397
6.9.2	Motorbremseinrichtungen	398
6.9.3	Ladedruckregelung	400
6.10	Kraft- und Schmierstoffe	402
6.10.1	Anforderungen an den Kraftstoff	402
6.10.1.1	Zündwilligkeit, Cetanzahl	402
6.10.1.2	Schwefelgehalt	402
6.10.1.3	Aromatengehalt	404
6.10.1.4	Biokraftstoffe	404
6.10.1.5	Cetanzahlverbesserer	405
6.10.2	Anforderungen an Motoröle	407

6.11 Kurbelwellendichtringe für Nutzfahrzeug- und Industriedieselmotoren	410
6.11.1 Betriebsweise des Dieselmotors	410
6.11.2 Dynamik der Kurbelwellen in Dieselmotoren	410
6.11.3 Anforderungsprofil für Kurbelwellendichtungen	411
6.11.4 Dichtungsbauformen	412
6.11.4.1 Elastomer-Dichtungen	412
6.11.4.2 Dichtungen mit PTFE Dichtmanschetten	413
6.11.4.3 Kassettendichtungen als einbaufertiges Modul	414
6.11.4.4 Dichtsysteme mit Zusatzfunktionen und Trends	415
6.11.5 Ausfallursachen	416
6.11.5.1 Versagensarten	416
6.11.6 Zusammenfassung und Ausblick	417
Literaturverzeichnis	418
7 Getriebe	421
7.1 Leistungsangebot	421
7.2 Zusammenwirken von Motor und Komponenten des Antriebsstranges	423
7.2.1 Aufbau des Antriebsstranges	423
7.2.2 Drehzahlwandler	424
7.2.3 Drehmomentwandler	425
7.3 Hydrodynamische Kupplungen und Wandler	429
7.3.1 Hydrodynamische Kupplung	431
7.3.2 Hydromechanische Wandler	431
7.4 Kupplungen	434
7.4.1 Reibungskupplungen	434
7.4.1.1 Einscheibenkupplung (Schraubenfederprinzip)	434
7.4.1.2 Einscheibenkupplung (Membranfederprinzip)	435
7.4.1.3 Zweiseibenkupplung	436
7.4.1.4 Hydraulische Kupplungsbetätigung	436
7.5 Konstruktive Getriebegrundkonzepte	437
7.5.1 Bauform, Bauarten, Aufbau von Getrieben	437
7.5.1.1 Bauform und Bauart	438
7.5.1.2 Aufbau von Getrieben	438
7.5.1.3 Mechanische Schaltung	439
7.5.1.4 Gruppen-, Range- und Splitgetriebe	440
7.5.1.5 Automatisierte Schaltgetriebe	442
7.5.1.6 Automatische Getriebe	443
7.5.1.7 Vorgelegegetriebe mit Wandlerkupplung	444
7.5.2 Endantrieb	444
7.5.2.1 Verteilergetriebe	445
7.5.2.2 Ausgleichgetriebe	445
7.6 Ausgeführte Beispiele	446
7.6.1 Handschaltgetriebe	449
7.6.1.1 Daimler G211-16	449
7.6.1.2 Eaton-Twin-Splitter-Getriebe	450
7.6.2 Automatisierte Getriebe	450
ZF-AS Tronic	450

7.6.3	Wandler-Schaltgetriebe	452
	ZF-TC Tronic	452
7.6.4	Automatgetriebe	453
	Allision Transmission – Serie 4500	453
7.6.5	Nebenabtriebe	454
7.6.5.1	Kupplungsabhängige Nebenabtriebe	454
7.6.5.2	Motorabhängige Nebenabtriebe	455
Literaturverzeichnis		456
8	Elektrik und Elektronik	457
8.1	Vorwort	457
8.2	Einführung	457
8.2.1	Begriffsdefinition	457
8.2.2	Grundsätzliches	458
8.2.2.1	Historie	458
8.2.2.2	Aufbau eines elektronisch gesteuerten Systems	460
8.2.2.3	Entwicklungsprozess elektronischer Steuergeräte	462
8.2.3	Abgrenzung System – Fahrzeug	463
8.3	Funktionen	464
8.3.1	Basisfunktionen	464
8.3.1.1	Signalisierungsfunktionen	464
8.3.1.2	Scheibenreinigung	468
8.3.1.3	Außenbeleuchtung	469
8.3.2	Standardfunktionen	472
8.3.2.1	Innenbeleuchtung	472
8.3.2.2	Heizung/Lüftung/Klima	472
8.3.2.3	Schließanlage	473
8.3.2.4	Anhängerversorgung	474
8.3.3	Schnittstellenfunktionen	476
8.3.3.1	Anhänger-/Aufbauhersteller	476
8.3.3.2	Flottenmanagement	477
8.4	Systeme	477
8.4.1	Antriebsstrangsysteme	477
8.4.1.1	Motor	477
8.4.1.2	Getriebe	479
8.4.1.3	Retarder	481
8.4.2	Brems- und Fahrwerksysteme	481
8.4.2.1	ABS (<u>A</u> nti- <u>B</u> lockier- <u>S</u> ystem)	481
8.4.2.2	ASR (<u>A</u> ntriebs- <u>S</u> chlupf- <u>R</u> egelung)	482
8.4.2.3	Übergang zur EBS (<u>E</u> lektronischen <u>B</u> remsen <u>S</u> teuerung)	482
8.4.2.4	FDR (Fahr-dynamikregelung)	483
8.4.2.5	Niveauregulierung	484
8.4.2.6	Stoßdämpferregelung	485
8.4.2.7	Wankregelung	485
8.4.3	Bedien- und Anzeigesysteme	486
8.4.3.1	Instrumentierung	486
8.4.3.2	Multifunktionslenkrad	487

8.4.4	Assistenzsysteme	487
8.4.4.1	Abstandsregeltempomat	487
8.4.4.2	Spurassistent	488
8.5	Übergreifende Aspekte	489
8.5.1	Systemarchitektur	489
8.5.1.1	Elektrik/Elektronik-Architektur für das Gesamtsystem Fahrzeug	489
8.5.1.2	Software-Architektur in einem elektronischen Steuergerät	490
8.5.2	Energiebereitstellung und -verteilung	491
8.5.2.1	Komponenten des Bordnetzes	491
8.5.2.2	Zukünftige Entwicklungen für Bordnetze	494
8.5.3	Informationsübertragung/Netzwerke	495
8.5.4	Diagnose	496
8.5.5	Elektromagnetische Verträglichkeit	497
8.6	Ausblick	498
	Literaturverzeichnis	499
	Sachwortverzeichnis	501